

A importância da dimensão local da inovação e a formação de *clusters* em setores de alta tecnologia*

Renato Garcia**

A importância dos *clusters* de empresas e da dimensão local da inovação tem recebido grande atenção no debate recente de economia industrial. Diversos autores têm apontado a importância crescente da formação de arranjos produtivos locais, sob diversas formas, como distritos industriais, *clusters*, sistemas locais de inovação, dentre outros (Porter, 1990; Krugman, 1991; Schmitz, 1997; Edquist, 1997; Lastres et al., 1999).

O objetivo principal deste trabalho é mostrar que a investigação da importância da dimensão local no processo de concorrência capitalista deve passar, necessariamente, pelo âmbito setorial. Em razão do fato de que as características intrínsecas dos regimes tecnológicos setoriais são os principais determinantes da importância da concentração geográfica dos produtores e, por isso, da forma em que as interações que se dão na dimensão local podem auxiliar o processo de geração e difusão de inovações.

Para isso, o trabalho está dividido em três partes. A primeira recupera dois elementos que serão utilizados na investigação: a taxonomia setorial de Pavitt (1984) e os pressupostos da análise das trajetórias tecnológicas. A segunda parte apresenta a noção de sistemas setoriais de inovação, formulada por Breschi e Malerba (1997), que trata de uma tentativa de compatibilização dos níveis setorial e local no que tange especialmente à atividade inovativa. A terceira parte reúne alguns elementos que justificam a importância da dimensão local da inovação especificamente para os chamados setores de alta tecnologia. Por fim, são apresentadas algumas considerações conclusivas.

* Este trabalho foi elaborado no bojo de discussões sobre o tema geral de Organização Industrial e Desenvolvimento Tecnológico, ocorridas no IE-Unicamp, sob a coordenação da Professora Dra. Margarida Baptista. Nesse sentido, o autor agradece as contribuições de Margarida Baptista, Adauto Ribeiro, Maria Lussieu Silva, Altivo Cunha, Mauro Vieira Sá e Mariléne Martins.

** Economista, doutorando em Economia do IE-Unicamp, Professor de Economia do UNISAL e da FAM/Americana-SP e Pesquisador do NEIT-IE-Unicamp; e-mail: rcgarcia@eco.unicamp.br

1 - A dimensão local e sua importância para o processo de inovação

O principal pressuposto da análise da importância da dimensão local da inovação é de que a atividade inovativa é um processo cumulativo e de aprendizado interativo que exige a manutenção freqüente de inter-relações entre as diversas unidades envolvidas. Como os conhecimentos e capacitações que são adquiridos e acumulados pelos agentes apresentam um caráter tácito e específico, eles não podem ser totalmente codificados, o que praticamente impossibilita sua transferibilidade. Assim, o compartilhamento de habilidade e de experiências, fundamentais para o processo de geração e difusão de inovações, dá-se pelo fluxo constante de informações qualitativas, por meio de canais e códigos específicos, explicitando o caráter coletivo desse processo.

O reconhecimento do caráter coletivo do processo de aprendizado interativo é fundamental para a investigação da dimensão local como um condicionante desse processo, porque a proximidade geográfica das unidades envolvidas facilita e estimula a manutenção de interações entre elas, estimulando, dessa maneira, o processo de inovação a partir de determinadas bases locais.

São diversos os autores que observaram a importância da dimensão local. Krugman (1991), ao analisar o comércio internacional, observou que um dos principais determinantes da posição competitiva da firma são as economias externas que ela é capaz de se apropriar, que ocorrem, mais freqüentemente, nos âmbitos local e regional. Porter (1990) também ressaltou que as firmas espacialmente concentradas tendem a apresentar um desempenho competitivo superior, porque conseguem obter acesso a serviços e informações que estão disponíveis para os diversos produtores localizados.

Schmitz (1997) utiliza o conceito de “eficiência coletiva” para expressar o fenômeno de que a presença geográfica e setorialmente concentrada de produtores pode, a partir da existência de uma certa identificação sócio-cultural, estimular a manutenção de interações entre eles. Nesse sentido, a eficiência coletiva pode ser alcançada pelos diversos produtores especializados e concentrados em um *cluster*, por meio de ações conjuntas entre os agentes, facilitadas pela confiança que eles depositam em seus pares (Garcia, 1996).

Lundvall (1988), em sua análise sobre o conceito de sistema nacional de inovação, observou que a distância geográfica e cultural entre os produtores é um fator que pode impedir a manutenção de interações entre eles. Nesse sentido, o autor destaca a importância da dimensão nacional, já que as interações entre usuário e produtor que pertencem ao mesmo sistema econômico podem parecer

mais eficientes em virtude de fatores como a proximidade cultural e a língua comum.¹

Todavia existem alguns fatores, como as especificidades setoriais, que condicionam fortemente as formas e as dimensões da interação entre os agentes. De acordo com características técnicas intrínsecas ao setor de atividade em que a firma atua, o grau de importância dos processos de aprendizado interativo pode variar de modo significativo. Além disso, a forma que assumem as inter-relações entre os produtores também é influenciada pelas características específicas do setor.

A interação entre as firmas torna-se mais importante se a tecnologia envolvida apresentar um forte conteúdo tácito, específico e sistêmico, o que dificulta sua codificação e transferibilidade e exige a constante troca de informações entre as unidades envolvidas. Nesse caso, a proximidade geográfica pode ser um fator fundamental para o processo de geração e difusão de inovações, já que facilita a manutenção de interações mais freqüentes entre as empresas.²

A partir do reconhecimento de que características endógenas e específicas dos setores industriais condicionam o processo de aprendizado interativo, parece ser útil o emprego da já clássica taxonomia proposta por Pavitt (1984). O autor observa que as características técnicas da base produtiva de cada um dos setores da indústria condicionam seu processo de geração e difusão de inovações. Da mesma forma, é possível inferir-se que, se a atividade inovativa é específica ao setor e, ao mesmo tempo, apresenta-se como requisito fundamental para a interação entre os agentes, então as formas e as dimensões assumidas por essas interações também apresentam características que são endógenas ao setor. Em outras palavras, assim como o processo de inovação apresenta características setoriais específicas, o mesmo pode ser verificado no que tange às formas de interação.

Na taxonomia proposta por Pavitt (1984), estão associadas as características estruturais dos setores, do ponto de vista de seus padrões de geração e difusão de tecnologia, e os diferentes padrões da dinâmica industrial, que incluem as formas de concorrência dominantes, as estruturas de mercado e os padrões de diversificação das firmas. A partir dessas características, o autor estabelece

¹ Em um desdobramento recente da noção de sistemas de inovação, alguns autores, como Edquist (1997) e Lastres *et al.* (1999), apontaram que os pressupostos desse arcabouço conceitual podem ser utilizados também nas investigações do âmbito local, conformando o que os autores chamaram de "sistemas locais de inovação".

² Como será visto adiante, esse é especificamente o caso dos chamados setores de alta tecnologia.

uma tipologia de quatro grandes grupos: dominados pela oferta (*supplier dominated*), intensivos em escala (*scale intensive*), fornecedores especializados (*specialized supplier*) e intensivos em conhecimento (*science based*). A essa taxonomia, estão associados igualmente setores industriais.³

À taxonomia proposta por Pavitt (1984), que identifica as diferenças no padrão de geração e acumulação tecnológica das empresas dos diferentes setores, é possível associarem-se formas igualmente distintas de comportamento das firmas no que tange ao modo de interação e de inter-relacionamento com outras unidades, sejam fornecedores, distribuidores, usuários ou até mesmo concorrentes. Portanto, pode-se concluir que as formas que o processo de aprendizado interativo assume são, da mesma maneira, específicas às características da base técnica dos diferentes setores industriais.

É por esse motivo que tal taxonomia pode ser importante para a investigação da dimensão local do processo de geração e de difusão de inovações. Aos diferentes setores, estão associadas trajetórias tecnológicas distintas, no sentido apresentado por Malerba e Orsenigo (1996). De acordo com tais autores, as características e os atributos básicos do regime tecnológico dão origem a diferentes desenhos organizacionais, condicionando os procedimentos e as estratégias tecnológicas das firmas. Como um dos elementos das estratégias tecnológicas das firmas são suas formas de interação com outros agentes, pode-se concluir que as características intrínsecas dos diferentes regimes tecnológicos setoriais definem seus padrões de relacionamento com agentes externos a ela.

A análise dos regimes tecnológicos apresentada por Malerba e Orsenigo (1996) é realizada com base em quatro atributos básicos da trajetória: em termos das condições de oportunidade, das condições de apropriabilidade, do grau de cumulatividade e das características da base tecnológica.

As condições de oportunidade são definidas como as possibilidades de inovação de um dado montante de recursos investidos, capazes de provisionar incentivos para a atividade inovativa da firma. Devem ser analisadas com base em seu nível, já que elevadas oportunidades geram maiores incentivos à inovação e a sua abrangência ou pervasividade (*pervasiveness*), de modo que o conhecimento gerado possa, ou não, ser aplicado e gerar sinergias em outras atividades.

As condições de apropriabilidade referem-se às possibilidades de proteção de determinada inovação de imitadores, de modo a permitir às firmas inovadoras

³ Não se pode deixar de observar que, em outras ocasiões, como em Bell e Pavitt (1993), o autor aperfeiçoou sua proposta de taxonomia, admitindo que poderiam ser encontradas diferenças intra-setoriais relevantes. Desse modo, passa a associar tais comportamentos a categoriais de firmas e não mais diretamente a setores industriais.

a extração de retornos de seu esforço inovativo. Maiores serão as condições de apropriabilidade quanto maior for a dificuldade de imitação de determinada inovação.

A análise do grau de cumulatividade parte do suposto de que a atividade inovativa corrente da firma conformará, decisivamente, suas capacitações, determinando, em grande parte, suas futuras inovações. Desse modo, a direção impressa ao progresso técnico não é aleatória, mas direcionada pelo comportamento passado da firma.⁴ O grau de cumulatividade deve ser analisado nos níveis tecnológico/individual, organizacional e da firma. Os desdobramentos recentes da noção de trajetória tecnológica apontam outros dois níveis de análise, que são acrescidos à discussão do grau de cumulatividade: os níveis setorial e local.

Por fim, para a investigação da base de conhecimento relevante devem se levar em conta basicamente três fatores: (a) seu conteúdo específico e tácito, em contraposição a uma base de conhecimento genérica e já plenamente codificada; (b) seu grau de complexidade; e (c) seu caráter sistêmico, em oposição ao independente.

O Quadro 1 apresenta, de forma sucinta, os principais atributos dos regimes tecnológicos.

A partir desses atributos dos regimes tecnológicos, Malerba e Orsenigo (1996) estabelecem uma espécie de tipologia das estratégias tecnológicas básicas. Dessa forma, são capazes de definir sobre quais condições as firmas preferirão desenvolver novas tecnologias (*exploration*), explorar tecnologias já existentes (*exploitation*) ou, ainda, adotar comportamentos imitativos. Assim, as estratégias tecnológicas das firmas podem ser identificadas a partir das características da trajetória tecnológica, impactando decisivamente sobre as formas de relacionamento que ela mantém com as outras unidades participantes do processo.

Entretanto é possível utilizar o arcabouço construído pelos autores para identificar sobre quais características o regime tecnológico em questão vai exigir uma maior inter-relação entre os agentes. Nos casos em que são mais freqüentes as necessidades de interação entre as unidades, elas terão que estabelecer canais específicos de comunicação e fontes próprias de circulação de informações. Nesse caso, a dimensão local, que se manifesta, por exemplo, por meio da proximidade geográfica entre as empresas, pode exercer um papel importante no processo de geração e difusão de inovações entre os produtores localizados, já que a presença concentrada das firmas pode facilitar e estimular a circulação de informações entre elas, de modo a fomentar a atividade inovativa local.

⁴ O conceito de grau de cumulatividade da trajetória tecnológica é semelhante ao conceito de *path dependency* amplamente utilizado pelos autores da tradição neo-schumpeteriana.

Quadro 1

Dimensões relevantes dos regimes tecnológicos

Oportunidade <ul style="list-style-type: none"> - Grau - Abrangência/pervasividade - Variedade - Fontes 	Apropriabilidade <ul style="list-style-type: none"> - Grau - Mecanismos
Cumulatividade <ul style="list-style-type: none"> - Tecnológica/individual - Firma - Setorial - Locacional 	Base de conhecimento <ul style="list-style-type: none"> - Conteúdo específico/genérico - Conteúdo tácito/codificado - Grau de complexidade/simplicidade - Sistêmico/independente

FONTE: Elaboração própria a partir de: BRESCHI, S., MALERBA, F. (1997). Sectoral innovation system: technological regimes, schumpeterian dynamics, and spacial boundaries. In: EDQUIST, C., ed. **Systems of innovation: technologies, institutions, and organizations**. London : Pinter.

Resta investigar, então, sobre quais condições e em que dimensões a proximidade geográfica entre os produtores pode representar um elemento importante para o fomento da atividade de geração e difusão de inovações. Nos setores em que a base de conhecimento relevante — uma das dimensões dos regimes tecnológicos — for complexa, sistêmica e apresentar um forte conteúdo tácito e específico, é grande a dificuldade de codificação do conhecimento acumulado ao longo dos processos de aprendizado iterativo. Nessa situação, será premente a necessidade de se desenvolverem códigos internos e canais de comunicação específicos, o que ressalta a importância da manutenção constante de inter-relações entre as unidades envolvidas.

Mais do que isso, quando a base de conhecimento relevante apresentar essas características e ainda for reforçada por elevadas condições de oportunidade, as firmas serão motivadas a estabelecer complexas redes externas com outras unidades, já que a manutenção de contatos estreitos entre as firmas participantes da rede tem papel fundamental.

No caso em que a base de conhecimento relevante ainda apresentar um conteúdo sistêmico, em que a geração de inovações depende do conjunto de empresas que fazem parte das redes externas, as necessidades de interações tornam-se ainda mais intensas. Isso decorre do fato de que, quando se verificam tais condições, a firma individual é incapaz, de forma isolada, de conceber e

fomentar um processo interno de inovação, que ocorre somente através do intercâmbio de informações entre os diversos produtores. Isso significa que o processo de geração e difusão de inovações vai estar situado justamente nas inter-relações que ocorrem entre as diversas empresas que fazem parte do sistema.⁵

Em tais situações, a proximidade geográfica entre os produtores pode representar um elemento capaz de facilitar as interações entre os agentes. Deve-se observar, no entanto, que, às vezes, tais interações podem se dar a longa distância em um espaço, digamos, “global”, principalmente a partir dos avanços recentes das tecnologias de informação. O desenvolvimento tecnológico das telecomunicações e da informática permitiu que as relações entre os agentes sejam realizadas em um espaço global, não exigindo que os produtores estejam geograficamente concentrados.

Todavia outro elemento deve ser adicionado à análise, que justifica a importância da concentração geográfica e setorial dos produtores: a presença de instituições informais locais, como leis comuns, costumes, tradições, normas de trabalho, normas de cooperação, convenções e práticas.⁶ Essas instituições são capazes de criar um sistema de incentivos que permite a formação de códigos específicos de comunicação e canais próprios de informação, muitas vezes de caráter informal, que facilitam o processo de geração e difusão de inovações sob bases locais. É nesse sentido que se justifica a importância da dimensão local da inovação, já que, mesmo com o avanço das tecnologias de informação, parte importante da atividade inovativa das empresas, guardadas as diferenças setoriais, requer a manutenção constante de interações com outros agentes, que é facilitada pela concentração espacial dos produtores.

Breschi e Malerba (1997) apresentaram um exercício bastante interessante de compatibilização das características dos regimes tecnológicos setoriais e a tendência à formação de arranjos locais de produtores, conformando o que os autores chamaram de “sistema setorial de inovação”. Segundo os autores, as especificidades técnicas dos diferentes setores da atividade econômica condicionam, além das formas de interação dos agentes, a distribuição espacial

⁵ No caso em que o regime tecnológico apresentar uma base de conhecimento relevante de forte conteúdo sistêmico, as formas de aprendizado pela interação (*learning-by-interacting*) passam a exercer papel fundamental.

⁶ Como apontaram North (1990) e Edquist e Johnson (1997), o principal efeito da presença de instituições, tanto formais quanto informais, é reduzir a incerteza dos agentes, administrar conflitos entre eles e prover incentivos, de modo a estimular a manutenção de contratos dos agentes. No caso da análise sobre a dimensão local, o destaque é dado às instituições informais.

das firmas. Desse modo, a conformação de arranjos de produtores geográfica e setorialmente concentrados é resultado de características endógenas da base técnica dos setores.

2 - Sistemas setoriais de inovação: uma tentativa de compatibilização das dimensões setorial e local

O principal intuito do trabalho de Breschi e Malerba (1997) é apresentar um conjunto de pressupostos que auxilie a investigação acerca da tendência à concentração geográfica e setorial de produtores. Os autores propõem uma abordagem que eles chamaram de “sistema setorial de inovação”, que visa compatibilizar as dimensões local e setorial da atividade inovativa.

Para isso, os autores partem de duas premissas importantes que sustentam sua abordagem: a tipologia clássica apresentada por Pavitt (1984) e a noção de trajetória tecnológica discutida por Malerba e Orsenigo (1996). A partir desses pressupostos, algumas considerações podem ser realizadas acerca das relações entre as dimensões setorial e local no processo de geração e difusão de inovações.⁷ Essas relações são importantes por dois motivos principais. Primeiro, porque auxiliam a investigação de como esses fatores podem influenciar as formas de interação entre as unidades e, segundo, porque apresentam as dimensões em que a concentração geográfica e setorial dos produtores pode representar um elemento de estímulo a um processo de geração e difusão de inovações em bases locais.

Inicialmente, são recuperados os principais atributos das trajetórias tecnológicas setoriais: as condições de oportunidade, de apropriabilidade, o grau de cumulatividade e as características da base de conhecimento relevante. Curiosamente, Breschi e Malerba (1997) acrescentam dois atributos do grau de cumulatividade da trajetória tecnológica — os âmbitos setorial e locacional — que não estavam presentes na formulação original de Malerba e Orsenigo (1996).

A partir da definição desses atributos e do foco sobre as relações que se dão entre as diversas firmas participantes do sistema, os autores incorporam os

⁷ Uma observação que deve ser feita ao arcabouço dos sistemas setoriais de inovação é que está construído levando em consideração um conceito restrito de inovações, limitado a inovações de caráter essencialmente tecnológico. Dessa forma, inovações importantes de outras naturezas, por exemplo, organizacionais, são deixadas de lado.

limites geográficos da atividade inovativa. Desse modo, são estabelecidas algumas considerações acerca das fontes de conhecimento e aprendizado interativo e do papel do espaço geográfico no processo de circulação e transmissão desse conhecimento. É nesse sentido que a perspectiva dos sistemas setoriais de inovação, pela atenção dedicada às diferenças observadas entre os setores, incorpora diversos elementos das taxonomias já consagradas na literatura, como, e particularmente, a de Pavitt (1984). Além disso, ao utilizar a noção de trajetória tecnológica, acaba por contemplar fatores específicos aos diversos setores da atividade econômica e às diferentes características de suas respectivas bases técnicas.

Com base nesses pressupostos, assume-se o fato de que os processos de aprendizado, concorrência e seleção não agem exclusivamente sobre a firma, mas também sobre determinadas áreas geográficas e, especialmente, sobre firmas localizadas em diferentes regiões. Assim, os limites geográficos dos sistemas são, do ponto de vista setorial, endógenos, já que emergem das condições específicas de desenvolvimento e dos regimes tecnológicos do setor.

Dessa forma, a partir dos atributos dos regimes tecnológicos setoriais, é possível verificar a tendência à concentração ou dispersão das firmas. No caso de um setor industrial cujo regime tecnológico apresenta elevada oportunidade, elevada apropriabilidade, elevada cumulatividade no âmbito da firma e uma base de conhecimento com forte conteúdo tácito, de alta complexidade e com características sistêmicas, haverá a tendência de os produtores concentrarem-se geograficamente. Por outro lado, as firmas serão geograficamente dispersas em casos em que se verifiquem reduzida oportunidade, reduzida apropriabilidade, baixa cumulatividade no âmbito da firma e que a base de conhecimento seja simples, facilmente codificável e não sistêmica.

Em suma, em setores cuja base de conhecimento relevante é predominantemente tácita, específica e sistêmica, a proximidade geográfica exerce papel importante, já que facilita a transmissão de conhecimento entre os agentes por meio da presença de instituições informais que estimulam a manutenção de interações mais freqüentes entre eles. Por outro lado, em setores cuja base de conhecimento é mais codificada, e conseqüentemente transferível, os processos inovativos dar-se-ão em um espaço nacional, internacional ou global, conferindo menor importância à proximidade geográfica (López, Lugones, 1999).

A partir dessas características, Breschi e Malerba (1997) apresentam uma tipologia de cinco sistemas setoriais de inovação, procurando estabelecer em que condições pode-se perceber a tendência à concentração geográfica das firmas. Além disso, estão associados diferentes setores industriais, que estão apresentados, de forma sucinta, no Quadro 2.

Quadro 2

Tipologia dos sistemas setoriais de inovação — proposta apresentada por Breschi e Malerba (1997)

DISCRIMINAÇÃO	SETORES TÍPICOS	CONDIÇÕES DE OPORTUNIDADE	CONDIÇÕES DE APROPRIABILIDADE	CONDIÇÕES DE CUMULATIVIDADE (da firma)	BASE DE CONHECIMENTO RELEVANTE
Setores tradicionais	Têxtil, vestuário, calçados, móveis, papel, agricultura	Reduzidas	Reduzidas	Reduzidas	Simples, genérica e codificável
Indústria mecânica e distritos industriais	Engenharia mecânica e maquinaria	Médias	Baixas	Elevadas	Parte tácita, com algum conteúdo codificável
Grandes indústrias de montagem	Automotivo, eletrônica	Médias	Elevadas	Elevadas	Boa parte tácita
Grande indústria de alta tecnologia	Equipamentos para informática e telecomunicações	Elevadas	Elevadas	Elevadas	Tácita, complementada por uma parte codificada
Indústria de alta tecnologia	Software, microeletrônica e biotecnologia	Elevadas	Elevadas	Elevadas	Tácita e específica

FONTE: Elaboração própria, a partir de: BRESCHI, S., MALERBA, F. (1997) Sectoral innovation system: technological regimes, schumpeterian dynamics, and spacial boundaries. in: EDQUIST, C., ed. **Systems of innovation: technologies, institutions, and organizations**. London : Pinter.

O primeiro tipo são as chamadas indústrias tradicionais, como têxtil e vestuário, calçados, móveis e madeira, papel e celulose, além da agricultura. O regime tecnológico desses setores apresenta reduzidas condições de oportunidade, apropriabilidade e cumulatividade, e a base de conhecimento relevante é relativamente simples, genérica e embutida em máquinas e equipamentos. Desse modo, a inovação nesses setores consiste, basicamente, na incorporação aos produtos existentes de novos conhecimentos genéricos e codificados, de modo que a apropriação de vantagens competitivas está associada à fixação de marcas, *design*, propaganda, serviços pós-venda, dentre outros. Nessas condições, verifica-se uma tendência a um alto grau de dispersão geográfica das firmas, já que a base de conhecimento simples e codificável permite a adoção de estratégias globais de fornecimento dos produtos, conferindo pouca importância à concentração dos produtores.

O segundo tipo de setor são as indústrias mecânicas especializadas, especialmente os setores relacionados com engenharia e mecânica de precisão. Nesses setores, o regime tecnológico é caracterizado por uma combinação entre condições medianas de oportunidade, reduzidas condições de apropriabilidade e alta cumulatividade no âmbito da firma. A base de conhecimento relevante

apresenta um conteúdo tácito e específico importante e, ao mesmo tempo, uma parte simples, codificável e genérica. A mudança técnica nesses setores caracteriza-se pelo melhoramento continuado dos atributos do produto, o que exige um intenso processo de aprendizado intra e interfirma. Nesse sentido, a concentração geográfica dos produtores pode exercer um papel importante no desenvolvimento de canais de comunicação que facilitem o intercâmbio de informações entre eles. Isso favorece o surgimento de *clusters* de empresas especializadas, já que a fonte principal de novos conhecimentos é o conjunto de capacitações e habilidades intrínsecas aos agentes locais⁸.

O terceiro tipo de setor corresponde às grandes indústrias montadoras, como a automotiva, cujo regime tecnológico é caracterizado por uma combinação peculiar entre alta cumulatividade no âmbito da firma, elevadas condições de apropriabilidade e condições medianas de oportunidade, além de uma base de conhecimento relevante sistêmica e de importante conteúdo tácito e específico. A atividade inovativa nesses setores envolve a coordenação de diversos elementos de conteúdo tipicamente tácito, assim como de conhecimentos passíveis de codificação, de modo que o processo de aprendizado ocorre tanto dentro da firma, nos departamentos de produção, engenharia e planejamento, como fora dela, por meio da coordenação de um conjunto de fornecedores de peças componentes e serviços. O resultado é a formação de pequeno número de grandes empresas inovadoras, que impõem elevadas barreiras à entrada de novos competidores. A partir dessas características, a atividade inovativa das firmas tende a se concentrar em áreas geograficamente delimitadas, já que exige um intenso intercâmbio de informações, muitas vezes de caráter informal, com a rede de fornecedores especializados. Todavia, em virtude da existência de uma parte genérica na base de conhecimento relevante, as firmas podem manter fontes “não locais” de aprendizado, o que justifica a adoção de estratégias globais.

O quarto tipo de setor são as indústrias de alta tecnologia, como as de equipamentos para informática e telecomunicações. Nesses setores, o regime tecnológico é caracterizado por elevadas condições de oportunidade, e a base de conhecimento relevante é sistêmica, complexa e com um forte conteúdo tácito, que é complementado por uma parte genérica e codificada. Nesse sentido, as elevadas condições de apropriabilidade estão associadas não somente à posse de competências internas tácitas e específicas, mas também à existência

⁸ Nesta categoria, os autores incluem os chamados distritos industriais. Todavia não é apresentada uma definição clara de que conceito de distrito industrial está sendo utilizado e, mais especificamente, em quais setores da indústria tais configurações podem ser encontradas.

de outros ativos, como rede de distribuição e serviços pós-venda de manutenção. As empresas desses setores possuem, geralmente, fortes bases locais, bem como mantêm interações de longa distância, especialmente quando estão envolvidos partes e componentes genéricos e codificados. Conforma-se uma estrutura que pode ser descrita como “sistema global de áreas nucleares” (*global system of cores areas*), em que grandes empresas oligopólicas dominam áreas geográficas específicas, porém mantêm diversas formas de interações globais com outras firmas, fornecedores, usuários, universidades e centros de pesquisa.

O quinto e último tipo de setor também se refere a indústrias de alta tecnologia, como *software*, microeletrônica e biotecnologia. O regime tecnológico desses setores é caracterizado por elevadas condições de oportunidade, um alto grau de cumulatividade e também elevadas condições de apropriabilidade. A fonte principal de avanço tecnológico é a aplicação de novos avanços da ciência básica, de modo a conformar novos paradigmas tecnológicos, baseados especialmente em idiosincrasias geradas a partir dos processos de aprendizado tácito e específico. O produto disso é a conformação de uma base de conhecimento relevante com forte conteúdo tácito, resultando em uma estrutura que se caracteriza por um largo número de pequenas firmas inovadoras, em que a base local tem importância fundamental, em virtude da existência de um extensivo processo de intercâmbio de informações tácitas e fortemente especializadas. A prova disso é a conformação de “distritos tecnológicos”, em que se verifica a concentração de um grande número de produtores especializados. Nessas regiões, muitas vezes, a troca de informações dá-se por meios informais, seja pela mobilidade de mão-de-obra especializada entre as empresas locais, seja pela participação em seminários, encontros ou feiras de negócios. O conjunto local de conhecimento e capacitações, desse modo, apresenta-se como um ativo coletivo, que representa uma fonte singular de assimetria para os produtores.⁹

A tipologia apresentada por Breschi e Malerba (1997) representa um exercício importante na tentativa de estabelecer as relações entre regimes tecnológicos, especificidades setoriais e importância da concentração geográfica dos produtores. Constata-se, de maneira genérica, que a concentração geográfica dos produtores é mais importante naqueles setores em que é mais elevado o conteúdo tácito, específico, complexo e sistêmico da base de conhecimento relevante.

⁹ Um exemplo de configuração com essas características, bastante citado na literatura internacional, é o chamado distrito tecnológico do Vale do Silício dos Estados Unidos, que concentra diversas empresas, de portes variados, de setores ligados à microeletrônica e à informática.

Resta verificar, então, em que dimensões os conceitos associados ao arcabouço dos sistemas setoriais de inovação podem auxiliar na investigação da dimensão local da atividade inovativa. Isso demonstra que é necessário delimitar com maior precisão em que condições o conjunto de pressupostos dos sistemas setoriais de inovação pode ser utilizado na análise de arranjos locais de produtores. Desde logo, pode-se inferir que, nos chamados setores de alta tecnologia, a utilização desses pressupostos parece ser bastante adequada, o que significa, de forma complementar, indicar alguns limites e insuficiências da abordagem para a análise de outros setores da indústria.

3 - A dimensão local da inovação e os setores de alta tecnologia

Na abordagem apresentada por Breschi e Malerba (1997), o principal elemento que define a tendência ou não à concentração espacial dos produtores é a base de conhecimento relevante, uma das características do regime tecnológico setorial. Nesse sentido, quanto maior o conteúdo tácito, específico, complexo e sistêmico da base de conhecimento, maior será a tendência à concentração espacial das firmas e a formação de *clusters*, dadas as maiores necessidades de formas de aprendizado interativo para o processo de geração e de difusão de inovações. Esse é o caso, claramente, dos chamados setores de alta tecnologia.

Todavia essa observação revela alguns limites apresentados pela abordagem dos sistemas setoriais de inovação e pela taxonomia a ela associada. Em primeiro lugar, um exemplo que denota uma dessas insuficiências é a presença, tanto em países desenvolvidos como em desenvolvimento, de algumas regiões em que pode-se verificar concentração geográfica e setorial de produtores em setores tradicionais, como têxtil, vestuário, calçados, móveis, dentre outros.¹⁰

De acordo com a tipologia dos sistemas setoriais de inovação, as firmas que atuam nesses setores tenderiam, pelas características intrínsecas de sua base tecnológica, a se apresentar geograficamente dispersas. Porém, apesar da base de conhecimento relevante simples, codificável e não sistêmica, ela

¹⁰ O caso mais conhecido, e citado na literatura internacional, é o da chamada Terceira Itália, mas existem diversos outros casos em países europeus, nos Estados Unidos e também nos países em desenvolvimento. Para uma discussão de algumas dessas experiências internacionais, ver Schmitz (1997) e, para o caso brasileiro, Garcia (1996).

apresenta alguns elementos tácitos e específicos que pressupõem uma maior interação entre os agentes e, por esse motivo, estimulam a proximidade entre eles. Desse modo, é uma tarefa bastante complicada a associação direta das características da base de conhecimento relevante aos setores industriais, já que existem, dentro dos setores, firmas com estratégias tecnológicas bastante distintas.¹¹

Em segundo lugar, talvez até o elemento que justifique parte dessas insuficiências é o fato de que a abordagem dos sistemas setoriais de inovação está fortemente alicerçada nos pressupostos da noção de trajetórias tecnológicas. Por esse motivo, o conceito de inovação utilizado está demasiadamente restringido a inovações tecnológicas, o que revela que essa abordagem é inadequada para a investigação da concentração geográfica, principalmente em setores em que as formas de apropriabilidade não estão relacionadas com ativos puramente tecnológicos. Nesses setores, a principal forma de geração de assimetrias concorrenciais são as inovações de caráter organizacional nas suas mais diversas dimensões, que vão desde o manejo mais eficiente dos canais de distribuição até ativos puramente intangíveis como marca e *design*.

Nesse caso, a análise da dimensão local deve passar por outros elementos, já que o regime tecnológico desses setores é caracterizado por uma base de conhecimento relevante simples e codificável. As necessidades de interação entre as unidades, por essa razão, não estão vinculadas à circulação de informações puramente tecnológicas, mas, sim, relacionadas a formas específicas de organização produtiva das unidades envolvidas. Ganham importância, nesse caso, fatores como os retornos crescentes de escala e o estabelecimento de ações conjuntas entre os diversos agentes presentes no *cluster* de empresas.

De qualquer forma, a proposta dos sistemas setoriais de inovação representa, efetivamente, uma tentativa importante de estabelecer e relacionar elementos explicativos, ao menos em algumas condições específicas, da importância da dimensão local do processo de geração de assimetrias concorrenciais. Além do mais, para a investigação dos chamados setores de alta tecnologia, os pressupostos que sustentam o arcabouço dos sistemas setoriais de inovação podem ser um excelente instrumento de análise das condições explicativas da concentração espacial das firmas.

O regime tecnológico desses setores apresenta uma base de conhecimento relevante bastante complexa e com fortes elementos tácitos e específicos. Isso faz com que o processo de geração e difusão de inovações esteja fortemente

¹¹ Vale ressaltar que Pavitt já havia feito essa advertência em relação à formulação original de sua taxonomia de setores industriais. Ver, por exemplo, Bell e Pavitt (1993).

vinculado às formas de aprendizado interativo, que são dificilmente codificadas. Além disso, seu caráter sistêmico exige que a atividade inovativa esteja associada a formas próprias e complexas de interação entre as unidades envolvidas, que, inclusive, precisam ocorrer com certa frequência. Nesse sentido, a proximidade geográfica dos produtores, reforçada pela presença de instituições informais, facilita o estabelecimento de canais próprios e específicos de comunicação, estimulando a circulação de informações necessárias ao processo de geração e difusão de inovações.

Mesmo que o avanço das tecnologias de informação permita a manutenção de contatos de longa distância, no limite globais, com certa frequência e baixos custos, a dimensão local ainda guarda papel importante nos processos de aprendizado interativo. Tal importância se justifica pela existência de instituições informais, no sentido apresentado por North (1990) e Edquist e Johnson (1997), que consistem em normas próprias de conduta, costumes e tradições e garantem, ao conjunto dos produtores, uma certa coesão sócio-cultural. As instituições informais são específicas à dimensão local e, por esse motivo, não são verificadas no âmbito global. Essa característica institucional tem o papel de facilitar e estimular a manutenção de interações entre as unidades, que se torna ainda mais importante para o fomento da atividade inovativa em setores em que a base de conhecimento relevante apresentar um caráter sistêmico.

Vale notar que Lundvall (1988) já tinha apontado a importância da proximidade geográfica dos produtores. Analisando especificamente as relações usuário-produtor, o autor ressaltou que fatores como a proximidade cultural e a língua comum têm papel fundamental no processo de aprendizado interativo, já que facilitam as interações entre as unidades envolvidas.

Essa coesão sócio-cultural também se verifica no que tange à mão-de-obra, já que, nesses arranjos locais de produtores, se percebe a formação de um contingente de trabalhadores com habilidades específicas ao espaço geográfico delimitado. Além do mais, a circulação desse contingente de mão-de-obra entre as diversas empresas cria canais de transmissão dos conhecimentos adquiridos e incorporados pelos trabalhadores, que é endógena ao arranjo produtivo local. Isso é particularmente importante se for considerado o fato de que, nos chamados setores de alta tecnologia, a base de conhecimento relevante apresenta um forte conteúdo tácito e específico, de modo a se incorporar nas capacitações intrínsecas dos trabalhadores.

Dessa forma, parece claro o papel da dimensão local no processo de geração e difusão de inovações nos chamados setores de alta tecnologia. Tais setores apresentam uma base de conhecimento tácita, específica, complexa e sistêmica, o que faz com que as necessidades intensas de inter-relações entre as unidades sejam facilitadas e estimuladas pela concentração geográfica dos produtores.

4 - Considerações finais

A investigação da importância da concentração geográfica e setorial dos produtores recebeu, no período recente, contribuições de vários autores das mais diversas tradições e perspectivas. Um elemento central que deve estar presente na análise do papel da dimensão local do processo de geração e difusão de inovações são as especificidades dos setores da atividade industrial. Nesse sentido, a tendência à concentração geográfica dos produtores e à formação de *clusters* de empresas é, em boa parte, determinada pelas características endógenas dos regimes tecnológicos setoriais.

Nos chamados setores de alta tecnologia, a base de conhecimento relevante, um dos atributos dos regimes tecnológicos, apresenta um caráter tácito, específico, complexo e sistêmico. Por causa dessas características, as capacitações importantes desses setores são de difícil codificação e transferibilidade. Além disso, dependem do conjunto dos agentes que fazem parte do sistema, sejam fornecedores, sejam usuários, universidades ou institutos de pesquisa, de modo que as firmas são obrigadas a manter constantes interações com outras unidades, já que elas, isoladamente, são incapazes de gerir o processo de geração e difusão de inovações. Isso exige a formação, por parte das firmas, de canais específicos de comunicação e fontes próprias de informação. É justamente nesse ponto que se justifica o papel da concentração geográfica dos produtores e a formação de *clusters* de empresas, já que a dimensão local facilita a manutenção das interações necessárias à atividade inovativa e a formação desses canais de comunicação. Pode-se concluir, portanto, que maior será a tendência à formação de *clusters* de empresas, quanto maiores forem o conteúdo tácito e específico, a complexidade e o caráter sistêmico da base de conhecimento relevante, como é o caso dos chamados setores de alta tecnologia.

Nesses setores, a base de conhecimento relevante apresenta um forte caráter sistêmico, o que reforça a necessidade de estabelecimento de formas complexas de aprendizado pela interação (*learning-by-interaction*). A proximidade geográfica e a formação de *clusters* de empresas justificam-se, conseqüentemente, pelo fato de que a presença espacialmente concentrada de produtores facilita e estimula a formação de canais específicos à circulação de informações necessárias à manutenção e à gestão da atividade inovativa.

Por outro lado, em setores cuja base de conhecimento relevante for simples, padronizada e independente, como têxtil, vestuário, calçados e móveis, a análise do papel do âmbito local também deve levar em conta outros fatores, como a presença dos retornos crescentes de escala e a possibilidade de estabelecer ações coletivas entre os agentes.

Bibliografia

- BELL, M., PAVITT, K. (1993). Technological accumulation and industrial growth: contrasts between developed and developing countries. **Industrial and corporate change**, v.1, n.2.
- BRESCHI, S., MALERBA, F. (1997). Sectoral Innovation Systems: technological regimes, schumpeterian dynamics, and spacial boundaries. In: EDQUIST, C., ed. **Systems of innovation**: technologies, institutions, and organizations. London : Pinter.
- EDQUIST, C. (1997). Systems of innovation approaches: their emergence and characteristics. In: —, ed. **Systems of innovation**: technologies, institutions, and organizations. London : Pinter.
- EDQUIST, C., JOHNSON, B. (1997). Institutions and organizations in systems of innovation. In: —, ed. **Systems of innovation**: technologies, institutions, and organizations. London : Pinter.
- GARCIA, R. (1996). **Aglomeraciones setoriais ou distritos industriais**: um estudo das indústrias têxtil e de calçados no Brasil. Dissertação (mestre em economia). Campinas : UNICAMP/IE. Dissertação de Mestrado.
- KRUGMAN, P. (1991). **Geography and trade**. Cambridge : MIT Press.
- LASTRES, H. et al. (1999). Globalização e inovação localizada. In: LASTRES, H., CASSIOLATO, J. E., eds. **Globalização e inovação localizada**. Brasília : IBICT/MCT.
- LÓPEZ, A., LUGONES, G. (1999). Los sistemas locales en el escenario de la globalización. In: LASTRES, H., CASSIOLATO, J. E., eds. **Globalização e inovação localizada**. Brasília : IBICT/MCT.
- LUNDVALL, B.-A. (1988). Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation. In: DOSI, G., et al. **Technical change and economic theory**. London : Pinter Publishers.
- MALERBA, F., ORSENIGO, L. (1996). Technological regimes and firm behaviour. In: DOSI, G., MALERBA, F. **Organization and strategy in the evolution of the enterprise**. London : Macmillan.
- NORTH, D. (1990). **Institutions, institutional change and economic performance**. Cambridge : Cambridge University.

- PAVITT, K. (1984). Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. **Research Policy**, North-Holland, v.13, n.4.
- PORTER, M. (1990). **Vantagem competitiva das nações**. Rio de Janeiro, Campus.
- SCHMITZ, H. (1997). Collective efficiency and increasing returns. **IDS Working Paper**, Brighton, IDS, n.50, mar.

Abstract

The purpose of this paper is to discuss the main reasons of the clusters' formation process in hi-tech industries. In this kind of industry, the innovative process needs a complex system of information exchange among firms. Its because of the tacit and specific component and the complex and systemic characteristic of the relevant knowledge base. Because of these characteristics of the technological trajectories in hi-tech industries, there is a incentive to the spatial concentration of the innovative firms, which contributes to the formation of industrial clusters.